

MENINGKATKAN KINERJA INCENERATOR PADA PEMUSNAHAN LIMBAH MEDIS RSUD Dr. SOETOMO SURABAYA

Rahayu Dwi Utami, D.G Okayadnya dan M. Mirwan

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

email :

ABSTRAK

Salah satu kendala dari pengolahan sampah medis dengan menggunakan Insinerator Rotary Kiln adalah ruang bakar yang pada awalnya berputar berubah fungsi menjadi statis tetapi pada kenyataannya tidak ada data empiris pada Insinerator Rotary Kiln Termodifikasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh suhu pembakaran dan waktu pembakaran terhadap kemampuan Insinerator Rotary Kiln Termodifikasi dalam memusnahkan limbah medis dan untuk mengetahui kondisi optimum pembakaran sampah medis menggunakan Insinerator Rotary Kiln Termodifikasi. Variabel dalam penelitian ini adalah suhu pembakaran yaitu 800°C, 900°C, 1000°C, 1100°C, dan 1200°C dan waktu pembakaran yaitu 80 menit, 90 menit, 100 menit, 110 menit dan 120 menit. Parameter dari penelitian ini adalah berat sampah medis setelah dibakar, kualitas berat sampah medis setelah dibakar, kualitas asap pembakaran sampah medis. Dari hasil penelitian dan pengolahan data diperoleh kesimpulan bahwa semakin tinggi suhu pembakaran maka proses pembakaran akan semakin baik karena terpenuhinya nilai kalor untuk proses pengabuan dan semakin lama waktu pembakaran maka kemampuan penyisihan residu juga bertambah.

Kata Kunci: Limbah Medis, Rumah Sakit, Insinerator, Insinerator Rotary Kiln.

ABSTRACT

One of the constraints of processing medical waste by using a rotary kiln incinerator is waste combustion chamber initially spinning changed into static. And in fact, there is no empirical data on the modified rotary kiln incinerator. This study aimed to assess the temperature and combustion time of the ability of a modified rotary kiln incinerators for destroying medical waste and to determine the optimum conditions of incineration of medical waste using a modified rotary kiln incinerator. Variabel in this study is the combustion temperature of 800°C, 900°C, 1000°C, 1100°C, and 1200°C. and then burning time of 80 minutes, 90 minutes, 100 minutes, 110 minutes and 120 minutes. The parameters of this study is the weight of medical waste after burned, heavy quality medical waste after burned, and the smoke quality of medical waste incineration. The results of research and data processing is concluded that the higher the combustion temperature, the combustion process will be better for the fulfillment of the calorific value for incineration process and the longer time then the combustion residue also increases the ability allowance.

Key Words: Medical Waste, Hospital, Incinerator, Rotary Kiln Incinerator

PENDAHULUAN

Peningkatan limbah khususnya limbah medis merupakan akibat dari adanya peningkatan kegiatan pada Rumah Sakit (Hidayah, E.N, 2007). Limbah tersebut dianggap sebagai limbah yang infeksius sehingga diperlukan penanganan yang tepat. limbah medis infeksius sangat membahayakan dan menimbulkan gangguan kesehatan bagi pengunjung, petugas yang menangani limbah tersebut dan masyarakat sekitar Rumah Sakit. Salah satu cara pengolahan limbah medis infeksius adalah dengan cara dibakar menggunakan Insinerator. Teknologi ini merupakan sarana yang tepat untuk menangani limbah medis infeksius. Sasaran utamanya adalah menghancurkan bakteri patogen yang berbahaya seperti kuman penyakit menular. Pemusnahan limbah infeksius RSUD Dr. Soetomo Surabaya dilakukan dengan dibakar menggunakan Insinerator. Insinerator yang ada di RSUD Dr. Soetomo Surabaya adalah Insinerator Rotary Kiln. Insinerator ini cocok untuk memusnahkan limbah yang mempunyai kandungan air yang cukup tinggi dan volumenya cukup besar. Karena sistem Insinerator berputar pada *primary chamber*, dengan tujuan untuk mendapatkan pembakaran limbah yang merata secara keseluruhan. Insinerator Rotary Kiln ini telah dimodifikasi, hal ini dikarenakan pada kondisi sebelumnya terdapat beberapa kendala yang mengurangi kinerja Insinerator itu sendiri. Kendala yang pertama yakni dari segi teknis, pada pintu masuk limbah (hidrolis) sering mengalami kemacetan pada saat digunakan. Sehingga proses pembakaran menjadi terhambat dan akibatnya terjadi penumpukan limbah. Selain itu dari segi materi juga membutuhkan biaya operasional yang tinggi. Karena Insinerator ini berputar pada ruang

bakarnya sehingga memerlukan tenaga listrik yang besar.

Dengan berbagai kendala diatas pihak RSUD Dr. Soetomo melakukan modifikasi pada Insinerator Rotary Kiln. Dari *chamber* berputar diubah menjadi statis, sehingga tidak memerlukan energi listrik yang terlalu besar. Sehingga insinerator telah berubah fungsi dari proses kontinyu menjadi diskontinyu dimana ruang bakar satu dan dua seolah-olah menjadi satu, sehingga suhu dan waktu pembakaran bisa diatur. Tetapi dalam prosesnya belum ada data empiris yang menunjukkan kinerja yang baik pada Insinerator Rotary Kiln Termodifikasi ini. Maka dari itu peneliti melakukan penelitian pada Insinerator Rotary Kiln Termodifikasi ini untuk mendapatkan kinerja insinerator yang memenuhi syarat.

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah Medis

Limbah Medis adalah limbah padat yang terdiri atas limbah infeksius, limbah patologi, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksik, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah kontainer bertekanan dan limbah dengan kandungan logam berat yang tinggi (Perdana, P.M, 2011).

Pada prinsipnya Sampah Medis harus sesegera mungkin *ditreatment* setelah dihasilkan dan penyimpanan merupakan prioritas akhir bila sampah benar-benar tidak dapat langsung diolah. Kegiatan penyimpanan Sampah Medis dimaksudkan untuk mencegah penyebaran Sampah Medis ke lingkungan sehingga potensi berbahaya terhadap manusia dan lingkungan dapat dihindarkan.

Pemusnahan Limbah dengan Insinerasi

Insinerasi merupakan suatu teknologi pengolahan limbah padat

dengan cara membakar limbah pada temperatur tinggi yaitu pada suhu lebih dari 800°C dengan tujuan untuk mereduksi sampah mudah terbakar (*combustible*) yang sudah tidak dapat didaur ulang lagi, membunuh bakteri, virus dan kimia toksik. Sedangkan pada limbah B3 yaitu untuk mengurangi sifat-sifat berbahaya seperti racun dan radiasi. Insinerator dapat digunakan terhadap berbagai macam limbah organik, termasuk minyak, pelarut, bahan farmasi, dan pestisida (Latief, A.S, 2012).

Berdasarkan data penelitian EPA (*Environmental Protection Agency*) dan pengalaman operasional industri mengindikasikan bahwa insinerator salah satu teknologi terbaik untuk berbagai limbah. Menurut sejarahnya, insinerasi adalah teknologi yang paling sering digunakan untuk mengolah limbah medis. Insinerator dapat mereduksi volume limbah sebesar 90%.

Teknologi insinerasi merupakan cara pengolahan yang baik bagi materi yang mudah terbakar dan memiliki nilai kalor yang memadai. Sampah berbahaya yang patogenik seperti sampah dari rumah sakit terutama untuk sampah medis yang berkategori sampah infeksius, sangat baik ditangani dengan cara ini. Mikroorganisme patogen dalam sampah infeksius dapat dimusnahkan dalam insinerator yang baik karena adanya panas yang tinggi. Waktu tinggal sampah serta temperatur operasi merupakan parameter tertentu dalam keberhasilan proses insinerasi sampah medis. Pada limbah medis infeksius, proses insinerasi yang utama adalah detruksi organisme infeksius yang terkandung pada limbah tersebut, sedangkan operasi tambahannya adalah untuk meminimalisir kandungan organik dan mengontrol emisi pembakaran. Insinerator yang dirancang baik, mampu menghancurkan

kandungan organik yang berbahaya dari limbah B3. Sebaliknya, perancangan dan pengoperasian insinerator yang tidak sempurna akan membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan, melalui emisi gas beracun dan pencemar lain ke atmosfer (Nurhayati, I., 2011).

Insinerator

Insinerator adalah tungku pembakaran yang digunakan untuk mengolah limbah padat menjadi materi gas dan abu (*bottom ash* dan *fly ash*). Pengolahan sampah dengan insinerasi dapat mengurangi volume dan massa serta mengurangi sifat berbahaya dari sampah infeksius. Faktor yang memegang peranan penting dalam insinerasi adalah temperatur pembakaran dan waktu pembakaran sampah tersebut (Latief, A.S., 2012).

Pemanfaatan energi panas insinerasi identik dengan *combustion*, yaitu dapat menghasilkan energi yang dapat dimanfaatkan. Faktor penting yang harus diperhatikan adalah kuantitas dan kontinuitas limbah yang akan dipasok. Kuantitas harus cukup untuk menghasilkan energi secara continue agar suplai energi tidak terputus (Damanhuri, E., 2008).

Rotary Kiln Incinerator

Jenis insinerator ini memiliki bagian utama silinder berputar yang merupakan ruang pembakaran. silinder tersebut terletak dengan posisi kemiringan tertentu. Posisi dengan kemiringan demikian dimaksudkan untuk mempermudah pencampuran limbah dengan udara yang disirkulasi.

Rotary Kiln Incinerator dapat memusnahkan limbah cair dan limbah padat dengan kalor pembakaran 550-8300 kcal/kg. Suhu pembakaran berkisar antara 810-1600°C. Rotary Kiln Incinerator biasanya dilengkapi dengan sistem injeksi kapur atau basa untuk menetralkan gas-gas yang bersifat

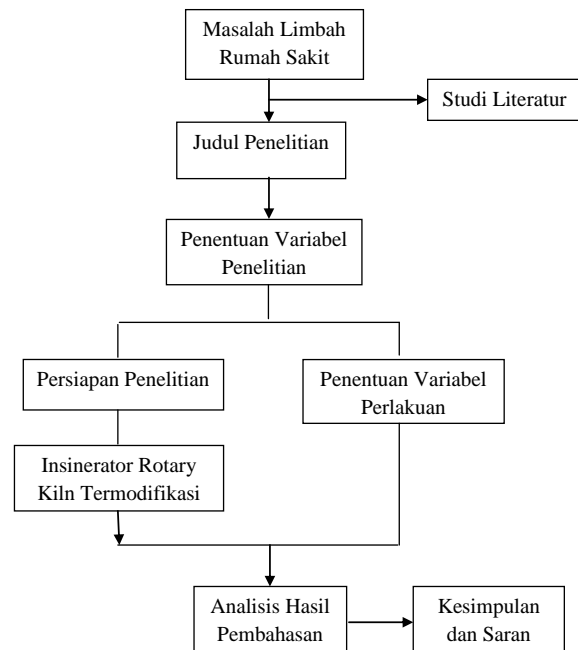
asam dan produk pembakaran lainnya. Perbandingan antara panjang dan diameter Rotary Kiln Incinerator berkisar antara 10:2. Kecepatan rotasi 5-25 mm detik. Baik perbandingan panjang dan diameter maupun kecepatan sangat ditentukan oleh jenis limbah yang diinsinerasi. Perbandingan panjang dan diameter yang tinggi dan laju rotasi yang membutuhkan waktu tinggal yang lama agar pembakaran berlangsung sempurna.

Beberapa keuntungan Rotary Kiln Incinerator antara lain: Dapat digunakan untuk memusnahkan berbagai jenis limbah, dapat dioperasikan pada suhu tinggi, mempunyai kemampuan yang baik untuk pencampuran limbah secara kontinyu. Adapun kelemahannya dari Rotary Kiln Incinerator adalah: Biaya pengadaan dan pengoperasian yang tinggi, dibutuhkan tenaga yang benar-benar terlatih untuk pengoperasian, lapisan liner harus sering diganti apabila alat yang digunakan untuk memusnahkan limbah yang bersifat korosif, menghasilkan banyak partikulat selama proses pembakaran.

Rotary Kiln Incinerator pada umumnya memiliki ruang pembakaran kedua yang terletak di sebelah ruang pembakaran utama (silinder). Ruang pembakaran kedua ini berfungsi untuk menyempurnakan pembakaran limbah. Pada kondisi-kondisi tertentu, limbah cair disemprotkan pada ruang pembakaran kedua. Abu yang dihasilkan selama proses pembakaran dibuang melalui bagian bawah ruang pembakaran kedua tersebut. Produk pembakaran berupa gas ke luar melalui ruang pembakaran kedua di mana dilakukan penambahan oksigen dan limbah yang mudah terbakar. Rotary Kiln Incinerator dapat pula dioperasikan dengan cara pirolisis, di mana limbah dapat diuraikan dalam suasana miskin oksigen. Gas-gas yang berbentuk

selanjutnya dibakar kembali di ruang pembakaran kedua. Model operasi ini menguntungkan karena dapat mengurangi jumlah partikulat dari proses pembakaran.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah RSUD Dr. Soetomo Surabaya.

Variabel Penelitian

Ada dua jenis variabel penelitian yang akan dikerjakan pada penelitian ini, yaitu variabel tetap dan variabel perlakuan:

Variabel Tetap

Dalam penelitian ini peubah tetap yang dipilih yaitu:

- Jenis sampah yang dibakar adalah sampah medis infeksius, dengan berat limbah yang dibakar sebanyak 500 Kg

- b. Kapasitas Insinerator Rotary Kiln 2 m³
- c. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah Solar

Variabel Perlakuan

Variabel perlakuan pada penelitian ini adalah:

- a. Waktu Pembakaran (menit)
Ditentukan lama waktu pembakaran sesuai dengan kemampuan maksimal insinerator yaitu 80, 90, 100, 110, 120 menit
- b. Suhu Pembakaran (°C)
Ditentukan suhu pembakaran sesuai dengan kemampuan maksimal insinerator yaitu 800, 900, 1000, 1100, 1200 °C.

Tahap Persiapan

- a. Pengambilan limbah medis dari sumber limbah
- b. Pemilahan limbah medis tajam dan lunak
- c. Penimbangan limbah medis sebanyak 500 Kg

Tahap Pengoperasian

- a. Menyalakan sumber listrik
- b. Panel utama dan burner dinyalakan
- c. Memasukkan limbah medis
- d. Temperatur dan waktu pembakaran diatur sesuai dengan yang dikehendaki yaitu waktu (menit) pembakaran selama 80, 90, 100, 110, 120 dan suhu (°C) pembakaran 800, 900, 1000, 1100, 1200
- e. Menutup pintu insinerator untuk dilakukan pembakaran
- f. Mengamati secara langsung asap pembakaran
- g. Pembakaran akan mati secara otomatis sesuai dengan waktu yang telah diatur
- h. Mengeluarkan abu pembakaran dengan sekop panjang saat insinerator telah didinginkan

- i. Menimbang abu pembakaran dengan neraca analitik dan dihitung efisiensinya
- j. Mengamati abu pembakaran masih adakah material yang belum terbakar sempurna
- k. Melakukan uji TCLP dengan menentukan baku mutu limbah infeksius

Analisa Data

Data-data yang terkumpul disajikan dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat residu pembakaran Insinerator pada suhu pembakaran (°C) 800, 900, 1000, 1100, 1200 dan waktu pembakaran (menit) 80, 90, 100, 110, 120 dengan berat limbah medis masing-masing 500 Kg/sekali pembakaran disajikan dalam tabel 1.berikut ini:

Tabel 1 . Residu Abu Pembakaran Sampah Medis dengan Menggunakan Insinerator Rotary Kiln Termodifikasi

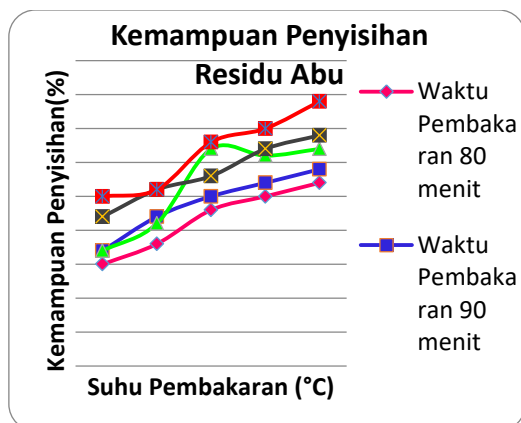
Waktu Pembakaran (Menit) (1)	Berat Limbah (Kg) (2)	Berat Residu terhadap Suhu Pembakaran (Kg)				
		800 °C (3)	900 °C (4)	1000 °C (5)	1100 °C (6)	1200 °C (7)
80	500	45	42	37	35	33
90	500	43	38	35	33	31
100	500	42	37	33	29	28
110	500	40	34	32	28	26
120	500	38	34	27	25	21

Untuk mengetahui optimasi pembakaran salah satunya dapat dilihat dari persen kemampuan penyisihan residu abu. Kemampuan penyisihan residu abu insinerator pada suhu pembakaran (°C) 800, 900, 1000, 1100, 1200 dan waktu pembakaran (menit) 80, 90, 100, 110, 120 dengan berat limbah medis masing-masing 500 Kg/sekali pembakaran disajikan dalam tabel 2. berikut ini: **Tabel 2 Kemampuan Reduksi Abu Pembakaran Sampah Medis dengan**

Menggunakan Insinerator Rotary Kiln

Waktu Pembakaran (Menit)	Berat Limbah (Kg)	Kemampuan Penyisihan Residu Abu (%)				
		800°C	900°C	1000°C	1100°C	1200°C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
80	500	0,91	0,92	0,93	0,93	0,93
90	500	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94
100	500	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94
110	500	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95
120	500	0,93	0,93	0,95	0,95	0,96

Untuk lebih menjelaskan pembahasan, maka dapat dilihat pada Gambar 2. Hubungan Kemampuan Penyisihan dengan Variasi Waktu Pembakaran dan Suhu Pembakaran terhadap Insinerator Rotary Kiln Termodifikasi:



Gambar 2. Pengaruh Suhu Pembakaran dan Waktu Pembakaran dengan Menggunakan Insinerator Rotary Kiln

Dapat dilihat pada gambar 2. bahwa kemampuan penyisihan residu pada waktu pembakaran 80 menit cenderung naik akan tetapi kenaikannya tidak terlalu besar. Karena pembakaran sempurna dapat mendekati sempurna memerlukan suhu pembakaran yang tinggi dan juga waktu pembakaran yang lebih lama. Pada rentang suhu pembakaran 900°C menuju suhu pembakaran 1000°C terjadi lonjakan yang sangat drastis, hal ini dikarenakan pada rentang suhu tersebut pembakaran sudah mulai mendekati pembakaran sempurna. Selanjutnya pada suhu

Termodifikasi

pembakaran 1100°C cenderung naik tetapi nilai penyisihannya lebih kecil dari pada suhu pembakaran 1000°C. Kemudian pada suhu pembakaran 1200°C grafiknya cenderung naik akan tetapi nilainya tidak terlalu besar.

Pada waktu pembakaran 90 menit kemampuan penyisihan residu abu pada suhu pembakaran 800°C juga cenderung naik tetapi kenaikannya tidak terlalu besar. Pada saat suhu pembakaran mencapai rentang 900°C menuju 1000°C terjadi lonjakan yang cukup besar. Hal ini dikarenakan waktu pembakaran dan suhu pembakaran sudah cukup untuk membakar limbah dengan baik. Kemudian pada suhu 1100°C grafik cenderung naik tetapi nilai penyisihannya tidak terlalu tinggi dari suhu pembakaran 1000°C. Pada saat suhu pembakaran 1200°C grafik cenderung naik tetapi nilainya tidak terlalu besar.

Pada waktu pembakaran 100 menit dan suhu pembakaran 800°C grafik cenderung naik. Saat rentang suhu pembakaran 900°C menuju suhu pembakaran 1000°C terjadi lonjakan yang sangat besar. Hal ini dikarenakan terjadi pembakaran sempurna karena limbah yang dibakar seolah-olah sudah habis terbakar. Keadaan ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pembakaran maka semakin lama waktu untuk terjadinya reaksi pembakaran sehingga semakin lama pembakaran berat residu semakin sedikit (Nurhayati, I. 2011). Kemudian suhu pembakaran ditingkatkan menjadi 1100°C kemampuan penyisihan cukup rendah. Hal ini dikarenakan limbah sudah hampir terbakar habis pada suhu pembakaran 1000°C jadi penyisihan pada suhu pembakaran 1100°C hanya sedikit begitu juga pada suhu pembakaran 1200°C.

Pada saat waktu pembakaran 110 menit dan suhu pembakaran 800°C grafik cenderung naik perlahan, selanjutnya pada suhu pembakaran 900°C menuju 1000°C grafik juga naik perlahan akan tetapi nilainya lebih rendah dari suhu pembakaran 800°C. kemudian pada suhu pembakaran 1000°C menuju suhu pembakaran 1100°C terjadi kenaikan yang cukup besar. Hal ini dikarenakan adanya faktor yang berpengaruh lainnya antara lain penambahan udara untuk tetap berlangsungnya pembakaran yang sempurna. Begitu juga pada suhu pembakaran 1200°C grafik cenderung naik perlahan. Karena material sudah habis terbakar.

Dari gambar 1. dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pembakaran maka semakin besar pula kemampuan penysisihan pada pembakaran. Hal ini dikarenakan pada proses pembakaran bisa dikatakan sempurna karena adanya faktor-faktor yang berpengaruh. Pada penelitian ini faktor yang berpengaruh terdiri dari suhu pembakaran dan waktu pembakaran. maka semakin lama waktu pembakaran dan semakin tinggi suhu pembakaran maka proses pembakaran juga berjalan semakin baik dan tentunya didukung oleh faktor yang berpengaruh lainnya. Salah satu faktor pendukung lainnya yaitu pencampuran bahan bakar dengan udara. Pada pembakaran diruang bakar kedua diberikan penambahan udara (oksigen) agar pembakaran tetap berlangsung, karena pembakaran sempurna bisa didekati dengan cara penambahan udara agar limbah yang belum terbakar sempurna di ruang bakar pertama dapat disempurnakan di ruang bakar kedua. Dengan banyaknya udara yang masuk ke ruang pembakaran maka sirkulasi udara semakin merata dan kebutuhan udara optimum untuk proses

pembakaran terpenuhi. Untuk faktor berpengaruh lainnya yaitu komposisi sampah di mana pada penelitian ini menggunakan berat limbah sebanyak 500 Kg per sekali bakar, dan untuk tiap variasi waktu pembakaran serta suhu pembakaran dimasukkan umpan limbah sebanyak 3 kali, yang artinya sama dengan berat limbah sebanyak 1500 Kg. Berat limbah yang dimasukkan tidak melebihi kapasitas terpasang dari insinerator rotary kiln termodifikasi yaitu 2000 Kg, tetapi hanya 75% dari kapasitas insinerator. Dengan berat limbah yang lebih sedikit maka ketersediaan udara untuk proses pembakaran lebih banyak sehingga tidak memerlukan waktu pembakaran lebih lama.

Kesimpulan

- Kemampuan pembakaran Insinerator Rotary Kiln Termodifikasi dengan berat limbah medis 500 Kg menghasilkan sisa pembakaran sebesar 21 Kg.
- Dapat dilihat dari hasil penelitian bahwa suhu pembakaran dan waktu pembakaran sangat berpengaruh pada pengoperasian insinerator karena semakin tinggi suhu pembakaran dan semakin lama waktu pembakaran menghasilkan residu abu yang sedikit dan kualitas abu serta kualitas asap paling baik.
- Pada suhu pembakaran 1200°C dan waktu pembakaran 120 menit dengan sisa pembakaran sebesar 21 kg dapat mencapai kemampuan reduksi sebesar 96% menghasilkan asap dan residu abu pembakaran dengan kualitas terbaik pada Insinerator Rotary Kiln Termodifikasi

DAFTAR PUSTAKA

Adiputra, N., (2003), "Limbah Rumah Sakit dan Masalahnya" *Short*

- course on Enviromental Polution Control and Management*, Kerjasama PSLH UNUD dengan PT. Amythas Experts & Associates, Denpasar.
- Adisasmito, W., (2009), “Sistem Manajemen Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta: Rajawali Pers’, Jakarta.
- Budiman, Arif., (2001), “Modifikasi Desain dan Uji Unjuk Kerja Alat Pembakaran Sampah Tipe *Batch*.
[Http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/12737/F01ABU.pdf?sequence=1](http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/12737/F01ABU.pdf?sequence=1)(diakses 27 Januari 2016)
- Christian, H., (2008), “Modifikasi Sistem Burner dan Pengujian aliran dingin Fluidized Bed Incinerator” Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta.
- Damanhuri, E., (2008), “Pengelolaan Sampah” Diktat Kuliah TI-3104, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung, Jawa Barat.
- Darmansyah D., (2006), “Konversi Energi di kilang Gas Alam Cair/LNG melalui Peningkatan Efisiensi Pembakaran pada boiler”, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Girsang, V.E., (2013), “Evaluasi Pengelolaan Limbah Padat B3 Hasil Insinerasi di RSUD Dr Soetomo Surabaya”, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 2, (2013) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print), Surabaya.
- Hidayah, E.N., (2007), “Uji Kemampuan Pengoperasian Insinerator Untuk Mereduksi Limbah Klinis Rumah Sakit Umum Haji Surabaya”, Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jatim. Jurnal Rekayasa Perencanaan, Vol. 4, No.1, Oktober 2007, Surabaya.
- Keputusan Kepala Bapedal No. 1 (1995), “Tentang Tata Cara Dan Persyaratan Teknis Penyimpanan Dan Pengumpulan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun”, Jakarta.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 12 (2004), “Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit Departemen Kesehatan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular Dan Penyehatan Lingkungan”, Jakarta.
- La Grega *et al.*, (1994), “Hazardous Waste Management” Second Edition
- Latief, A.S., (2012), “Manfaat Dan Dampak Penggunaan Insinerator Terhadap Lingkungan” Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang,. Jurnal Teknis Vol. 05 : 20-22 Semarang.
- Marosin, R., (2004), “Karakteristik Emisi Gas Buang Insinerator Medis Di Rumah Sakit Jiwa Dadi Makassar Sulawesi Selatan”, Unit Pelaksana Teknis-Laboratorium Sumber Daya Energi (UPT-LSDE), BPPT, Sulawesi Selatan.
- Nurhayati, I., (2011), “Pengolahan Limbah Medis Jarum RS. DR. Soetomo Dengan Incinerator Modifikasi” Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas PGRI Adi Buana

- Surabaya. Jurnal Teknik WAKTU Volume 09 Nomer 01- Januari 2011-ISSN: 1412-1867, Surabaya.
- Perdana, P.M., (2011), “Kajian Pengelolaan Limbah Padat B3 Di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Soetomo Surabaya” Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Kampus ITS Sukolilo, Jl. Arief Rahman Hakim Surabaya.
- Peraturan Pemerintah No. 85 (1999), Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999, Jakarta.
- Priyambada, Gunadi., (2004), Tentang Incinerator.
- [Http://www.slideshare.net/savedfiles?s_title=incineration-17954230&user_login=yogiehen](http://www.slideshare.net/savedfiles?s_title=incineration-17954230&user_login=yogiehen) di (diakses 06 Februari 2016)
- Sugianto, B., (2009), “Kalor Pembakaran” , [Http://www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org), (diakses 24 Januari 2016).
- Unit Sanitasi Lingkungan RSUD Dr. Soetomo Surabaya, (2014), “Identifikasi Limbah Infeksius berdasarkan jenisnya “. Surabaya.
- Wentz, C.A., “*Hazardous Waste Management*”. Mc Graw-Hill Inc, (1995), Canada